

食品鮮度に関する力学的考察 (第1報)

足 立 晃 太 郎*

北 村 綾 子**

I 緒 論

食品の鮮度を検定しようとする場合には、まずその食品の特性を用いて鮮度を定量的に表現することが必要となる。従来よりこの為に、化学的、物理的、細菌学的等種々の方法について研究が進められて来た。ここではその一方法として、食品のもつ力学的な性質¹⁾²⁾の変化を測定することによつて、鮮度検定の可能性を考察してみた。即ち、食品に圧縮荷重を加えたときの歪を測定し食品をほぼ一定の環境、状態のもとで放置したとき、日数経過と歪との間に、どのような関係があるかをみた。一方上の測定結果と関係づけて考える為に³⁾、2, 3の動植物性食品について、その滲透圧の変化を測定した。

II 実 験

下記の試料に関して〔A〕弾力性の測定及び〔B〕滲透圧の測定を行つた。

試料：大根、馬鈴薯、南瓜、梨。

鯉、牛肉、かまぼこ、ソーセージ。

(各々新鮮物使用)

〔A〕弾力性の測定理論及び実験方法

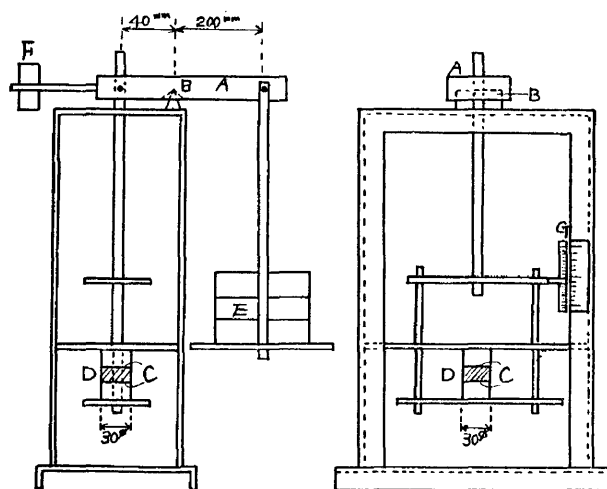
一般に物質の力学的性質をしらべる場合、その弾性に関する測定即ち、引張りや圧縮荷重を加えた時の歪の測定はしばしば用いられるものである。これは食品の物理的鮮度鑑定法としても、すでに田内等によつて試みられている。ここでは数種の食品を試料として、圧縮荷重の場合の歪が食品の放置された日数経過と共にどのような傾向をもつて変化するかを調べた。食品は非常に複雑な構造をもち、個体差大きく、又非等方的であるから測定される歪も決して単純なものではなく粘性或は粘性による影響等をうけたものであることを考慮しなければならない。従つて歪の測定結果から直接定量的に弾性率、粘性率、剛性率等を計算して、そのものの性質を云々することは困難であるが、測定結果の全般的傾向から、何等かの結論を得ることは可能と思われる。一般に歪は荷重の大きさと荷重時間の函数と考えられる。しかしこの二つの要素に関する測定

を同時に行うことは事実上不可能であるから、測定にあつては次の如く別個に行つた。

1) 荷重時間一定、荷重変化の場合の歪。

2) 荷重一定のもとでの歪の時間的变化。

1) から応力—歪線図、2) から時間—歪線図を得た。又食品の如き非線型物質は、ヒステリシスを示すので、荷重除去後の歪の回復についても測定した。測定器については、附図1の如き槓杆式(足立考案)のものをを用いた。



側面図

正面図

圧縮荷重装置 Fig. 1

- A. 主桿。刃先Bの左右は、1 : 5 になつてゐる。
- B. 刃先。
- C. 圧縮面。直径 3 cm。
- D. 試料。読みは 1/10 mm。
- E. 荷重用おもり。感度は 200 mg。
- F. バランス用おもり。
- G. 副尺付目盛尺。

実験方法

1) 試料の処理：植物性食品(大根、馬鈴薯、南瓜、梨)、練製品(かまぼこ、ソーセージ)等は厚さ約 1 cm の輪切にし、室温で暗所に自然放置したものを、測定時に 3 cm² の大きさにし、測定する。動物性食品(牛肉、鯉)は厚さ約 1 ~ 2 cm、3 cm² にし 0°C 前後冷蔵庫内に放置する。

2) 応力—歪線図(a), 時間—歪線図(b)に対して,

・馬鈴薯, 大根, 南瓜: (a) $353.5\text{g}/\text{cm}^2$ から $2475.0\text{g}/\text{cm}^2$, $353.5\text{g}/\text{cm}^2$ の等間隔で増荷後等間隔荷重減少。各10min. 毎に荷重除去後10分後まで歪測定する。

(b) $2121.5\text{g}/\text{cm}^2$ 及び $353.5\text{g}/\text{cm}^2$ の二種, 10min. 毎に, 100分まで測定する。

・梨: (a) $212.0\text{g}/\text{cm}^2$ から $1768.0\text{g}/\text{cm}^2$, $212.0\text{g}/\text{cm}^2$ 等間隔増加及び減少。以下馬鈴薯と同様に 15min. 毎に歪測定を行なう。

(b) $1061.0\text{g}/\text{cm}^2$ 及び $353.5\text{g}/\text{cm}^2$ の二種, 15min. 毎に, 120分まで測定する。

・牛肉, 鯉: (a) $70.5\text{g}/\text{cm}^2$ から $353.5\text{g}/\text{cm}^2$, $70.5\text{g}/\text{cm}^2$ 等間隔。10min. 毎に測定を行なう。

(b) $353.5\text{g}/\text{cm}^2$, $70.7\text{g}/\text{cm}^2$ (牛肉のみ) の単位荷重について, 10分毎に100分まで測定する。

・かまぼこ: (a) $212.0\text{g}/\text{cm}^2$ から $848.5\text{g}/\text{cm}^2$ ・ソーセージ: (a) $212.0\text{g}/\text{cm}^2$ から $1061.0\text{g}/\text{cm}^2$ にかけて, $212.0\text{g}/\text{cm}^2$ 等間隔, 10分毎の測定をする。

(b) $353.5\text{g}/\text{cm}^2$ 及び $70.7\text{g}/\text{cm}^2$ の二種, 10分毎に100分まで測定する。(荷重数値の半端は測定器に合った分銅なく, 化学天秤の分銅を用いた為である。)

3) 測定回数

- ・馬鈴薯, 大根, 南瓜: 3日毎に5回。
- ・梨, 鯉: 1日1回1~5日間。
- ・牛肉, 練製品: 2日に1回1~9日間。

〔B〕 滲透圧測定理論及実験方法。

細胞にとって, 滲透現象は, 重要な物理的現象であり, 細胞の原形質膜によつて左右される。細胞が古くなるにつれて, 原形質膜の性質にも変化が予想されるので, 滲透圧の変化をみることは細胞の状態をみるのに重要な手がかりになると思われる。従来よりその測定法として, ベックマン氷点降下法があるが, これは試料を搾汁として測定するので原形質膜を破壊してしまう。しかしここでは原形質膜を半透性膜と見做してその働きからみるのであるから上記の方法は不適當なる故, 本実験では最も簡単な方法として試料の組織片を種々の濃度の蔗糖溶液に浸漬し, 重量変化の最少点から測定することを試みた。溶液の濃度を適当に変えることに依つて, 原形質がちぢみも, ふくらみもしない状態が起る。この時細胞の内外の滲透圧が等しくなったことを示すことから等張液に浸漬した組織片は, 吸水, 排水を殆んど行なわないと考えその溶液濃度から滲透圧を換算した。蔗糖溶液を用いたのは, それが非電解質溶液であること, 任意の濃度を作り得ること

細胞膜の有する選択吸収性の影響が小なること等のためである。更に食品によつて, その比重が1より大と小のものがあるため, 前者には比重変化法を, 後者には重量変化法を用いた。但し両者共 20°C 恒温槽内で行なつた。これは適当に温度が高い方が早く等張になること, 滲透圧は温度により変化すること等の為である。

実験方法

1) 重量変化法

① 試料: 大根, 南瓜。

② 方法: 試料の厚さ約1cmの輪切にして放置。実験時厚さ0.2~0.4cm直径2.5cmとなし, 重量測定後0.1~0.55モルにかけ0.05モルずつ等間隔で異なる蔗糖モル溶液中に投入, 恒温槽にて30分, 60分, 100分放置後とり出して, 表面水分を東洋濾紙にて軽くふきとり, 秤量し前後差を求め単位試料に対する%を算出し, 最も変化のなかつた蔗糖溶液の圧をこの試料の滲透圧とする。測定は3日毎とする。

2) 比重変化法。

① 試料: 梨, 馬鈴薯, 牛肉, 鯉。

② 方法: 梨, 馬鈴薯は大根と同様, 牛肉, 鯉は厚さ約0.3~0.4cm, 1cm, 2cmの長方形に切り, 0°C 前後の冷蔵庫に放置する。これらを比重0.05ずつ異なる蔗糖溶液に入れ, 各試料が浮沈しない溶液を各試料毎に定めおき(A), その試料を0.1~0.55モルにかけ0.05モルずつ異なる溶液(B)に入れ, 恒温槽中にて20, 40, 60分の一定時間放置して後, 表面上水分をとり, 先に定めておいた(A)に投入し, 状態を比較する。試料投入時浮きも沈みもしない試料は投入されてあつた(B)に於ては吸水, 排水他の成分の出入の変化がほとんどなかつたものとして, 即ち, 内外同圧であつたものとみて, その蔗糖溶液の滲透圧をもつてこの試料の圧に代えた。測定間隔は鯉: 毎日5回, 梨, 牛肉は隔日5回, 馬鈴薯は3日毎13日までとする。

III 実験結果及びその考察

以上の実験により得られた測定結果のうち2, 3の例について表1~表9及び図2~図8に示す。表1より6の値は, 2回の測定に於ける算術平均と誤差危険率0.05の標準偏差である。以上の測定結果より, 日数経過と鮮度との関係を考察するにあたり, 次の諸点からなした。

表-1 大根 応力一歪測定

(歪は%表示)

	経過 日数 応力 g/cm ²	1 日 目	4 日 目	7 日 目	10 日 目	13 日 目
荷 重 増 加	g/cm ²					
	353.5	4.5±2.5	0.8±0.4	9.1±0.9	5.6±0	7.6±3.2
	707.0	4.7±3.1	1.8±1.4	11.7±2.1	7.6±0	17.7±7.3
	1061.0	5.6±2.5	3.2±0.1	13.4±3.5	9.4±0	20.3±6.6
	1414.5	7.0±3.2	5.0±0.3	15.5±3.7	13.0±0	24.5±7.8
	1768.0	8.7±4.8	8.1±2.7	18.4±3.3	16.4±0	26.8±9.8
	2121.5	10.2±2.4	10.2±2.4	21.5±4.4	21.2±0	30.0±2.3
	2475.0	12.7±5.2	12.7±6.1	23.6±6.5	24.1±0	33.3±9.8
荷 重 減 少	2121.5	11.5±5.7	11.8±5.8	23.4±6.8	24.1±0	31.9± 7.4
	1768.0	10.3±6.2	10.9±4.8	22.4±6.8	22.9±0	30.7± 9.5
	1414.5	9.1±6.7	10.3±4.9	21.9±6.0	22.9±0	30.4±10.0
	1061.0	8.6±6.0	10.1±4.5	20.4±4.9	21.2±0	30.4±10.0
	707.0	8.0±6.2	8.0±2.1	18.2±2.9	17.8±0	28.5±10.7
	353.5	7.1±4.5	6.5±1.1	16.2±1.7	16.4±0	26.6±11.5
	除去0g	4.5±0.2	4.8±1.2	11.0±0.6	13.0±0	13.1± 5.5

表-2 牛肉 応力一歪測定

(歪は%表示)

	経過 日数 応力 g/cm ²	1 日 目	3 日 目	5 日 目	7 日 目	9 日 目
荷 重 増 加	70.5	26.2± 5.5	27.3±6.1	22.8± 0.7	37.7±5.9	34.6±18.8
	141.0	33.9± 5.9	33.4±3.1	29.2± 6.0	42.7±6.2	42.1±20.7
	212.0	39.8±13.3	37.0±0.6	32.7± 7.4	47.2±2.1	49.1±42.0
	282.0	42.4± 1.6	42.0±3.6	34.7± 7.8	50.6±1.7	53.0±22.2
	353.5	43.8± 0.9	44.1±2.0	39.1± 8.4	54.2±1.4	56.6±18.1
	424.5	47.8± 0.8	47.1±0.9	42.0±11.4	61.5±3.3	60.0±15.3
荷 重 減 少	353.5	46.1±2.0	47.1±0.9	41.7± 8.2	61.5±3.3	60.0±10.3
	282.0	46.1±2.0	46.2±1.0	41.3± 8.2	61.5±3.3	〃
	212.0	45.1±2.1	46.0±0.7	41.0± 8.7	〃	〃
	141.0	44.6±2.3	45.6±1.5	39.8± 8.1	〃	〃
	70.5	43.2±1.7	44.2±1.3	38.4± 8.1	〃	〃
	除去	29.4±0.1	30.6±1.5	36.0±14.2	60.4±4.3	59.0±14.4

表-3 かまぼこ 応力一歪測定

(歪は%表示)

	経過 日数 応力 g/cm ²	1 日 目	3 日 目	5 日 目	7 日 目	9 日 目
荷 重 増 加	212.0	15.7±2.2	11.4±0.6	10.3± 1.5	11.7±1.1	7.5±3.3
	424.0	27.8±1.0	24.2±0.3	24.0± 3.3	17.4±0.2	13.2±3.2
	636.5	40.0±2.0	37.1±0.7	34.1±10.2	24.8±0.3	18.9±0.4
	848.5	50.5±1.8	54.3±5.6	45.3± 5.9	32.6±4.2	27.1±4.0
荷 重 減 少	636.5	50.0±0.9	52.6±7.2	44.8±8.0	31.3±3.8	25.1±3.4
	424.0	46.5±0.1	50.6±3.8	43.4±6.6	28.8±4.6	22.3±3.8
	212.0	43.3±0.2	48.9±2.5	41.1±7.2	24.4±2.8	18.9±4.2
	除 去	39.6±0.6	43.5±1.8	34.8±1.4	3.0±2.6	7.5±5.3

表-4 大根 時間一歪測定

(歪は%表示) $P=2121.5\text{g}/\text{cm}^2$

日数経過 荷重時間(分)	1 日 目	4 日 目	7 日 目	10 日 目	13 日 目
10	2.0±0.6	11.7±1.9	19.7±1.0	26.1±1.0	27.4±1.5
20	〃	〃	20.9±0.6	27.5±3.4	〃
30	〃	〃	21.8±0.1	28.2±2.3	29.3±0.5
40	2.2±0.2	12.3±1.4	22.5±0.3	28.7±3.2	〃
50	〃	〃	23.0±0.3	29.4±2.1	〃
60	〃	〃	23.5±1.1	29.9±2.2	30.6±1.7
70	〃	12.6±0.8	24.2±2.0	30.3±2.8	〃
80	〃	〃	24.7±2.3	〃	〃
90	〃	〃	〃	〃	〃
100	〃	〃	24.9±4.1	〃	〃

表-5 牛肉 時間一歪測定

(歪は%表示) $P=707.0\text{g}/\text{cm}^2$

日数経過 荷重時間(分)	1 日 目	3 日 目	5 日 目	7 日 目	9 日 目
10	41.4± 5.1	48.9±11.3	75.7±14.9	76.5±1.7	79.3±19.2
20	44.0± 3.4	52.1±13.2	79.8±22.5	79.4±2.1	82.2±19.0
30	46.0± 5.2	54.1±13.8	81.1±22.0	80.3±2.3	84.6±19.1
40	47.1± 4.7	56.1±14.2	81.9±15.9	80.8±2.3	86.0±22.8
50	47.8± 5.1	57.2±14.4	82.4± 2.3	81.6±2.7	86.3±19.9
60	48.7± 5.5	〃	83.9±21.9	82.5±2.5	〃
70	48.8± 5.8	58.0±14.8	85.5±14.4	82.7±2.1	〃
80	49.2± 6.0	58.8±15.5	85.7±19.8	〃	〃
90	49.5± 5.8	59.3±15.8	〃	〃	〃
100	49.7± 5.5	59.5±16.7	〃	〃	〃
荷重除去後	36.7±11.8	52.2±13.0	79.8±14.5	81.3±1.8	85.0±29.0

表-6 かまぼこ 時間一歪測定

(歪は%表示) $P=707.0\text{g}/\text{cm}^2$

日数経過 荷重時間(分)	1 日 目	3 日 目	5 日 目	7 日 目	9 日 目
10	41.9±0.6	44.1± 3.8	38.4±9.0	24.1±2.0	12.8±3.7
20	43.6±1.7	45.7± 3.6	39.6±6.8	24.2±2.6	13.9±3.5
30	44.1±1.6	46.6± 0.3	40.1±9.1	25.2±3.4	〃
40	44.6±1.1	47.1± 3.2	40.7±6.7	25.5±1.8	〃
50	44.9±0.3	47.6± 3.2	〃	26.3±2.3	〃
60	45.4±6.8	48.8± 3.7	41.1±1.0	26.6±1.7	〃
70	45.7±1.0	49.3± 2.8	〃	27.2±1.7	〃
80	45.9±1.6	〃	〃	27.5±1.2	14.3±4.2
90	〃	49.5± 2.5	41.8±1.1	〃	〃
100	〃	50.8± 1.8	〃	〃	〃
荷重除去後	35.0±1.4	39.7±14.5	24.2±6.9	2.7±2.6	3.6±3.0

表-7 馬鈴薯, 滲透圧測定結果 (気圧にて示す)

日数 気圧atm	1 日 目	4 日 目	7 日 目	10 日 目	13 日 目	20 日 目
atm	4,060	6,824	5,157	7,801	6,824	8,232

表-8 大根滲透圧測定結果

日数 気圧	1 日 目	4 日 目	7 日 目	10 日 目	13 日 目
atm	7,266	7,407	5,855	7,410	9,729

表-9 牛肉滲透圧測定結果

日数 圧気	1 日 目	3 日 目	5 日 目	7 日 目	9 日 目
atm	5,290	6,137	6,702	4,485	3,959

A) 力学的性質の考察。(牛肉, 大根, かまぼこに関しFig. 2, 3, 4に例示す)。

Fig. 2 牛肉応力—歪線図

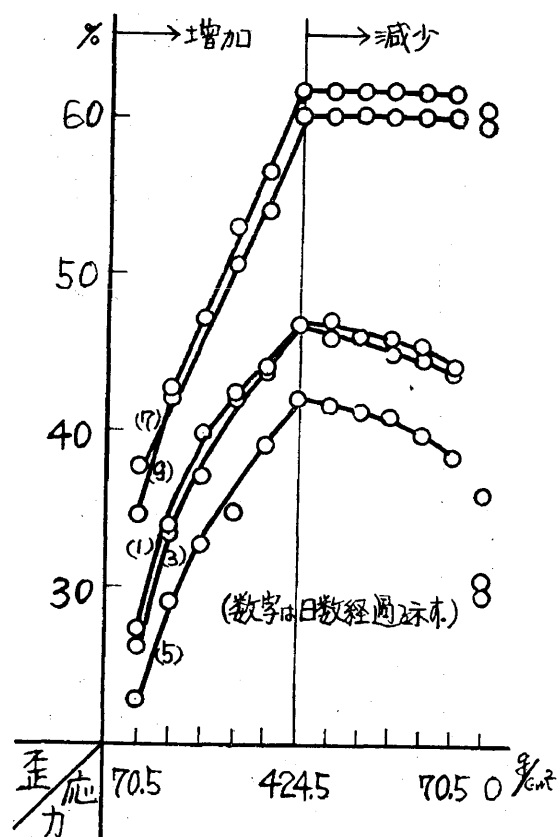


Fig. 3 大根時間—歪線図

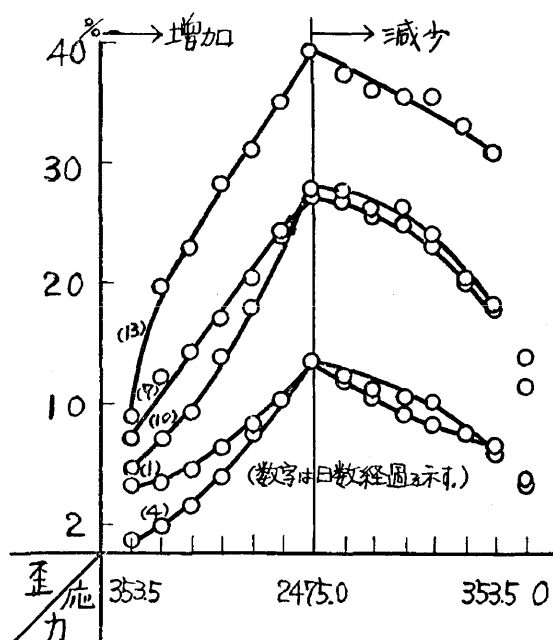


Fig. 4 かまぼこ時間—歪線図

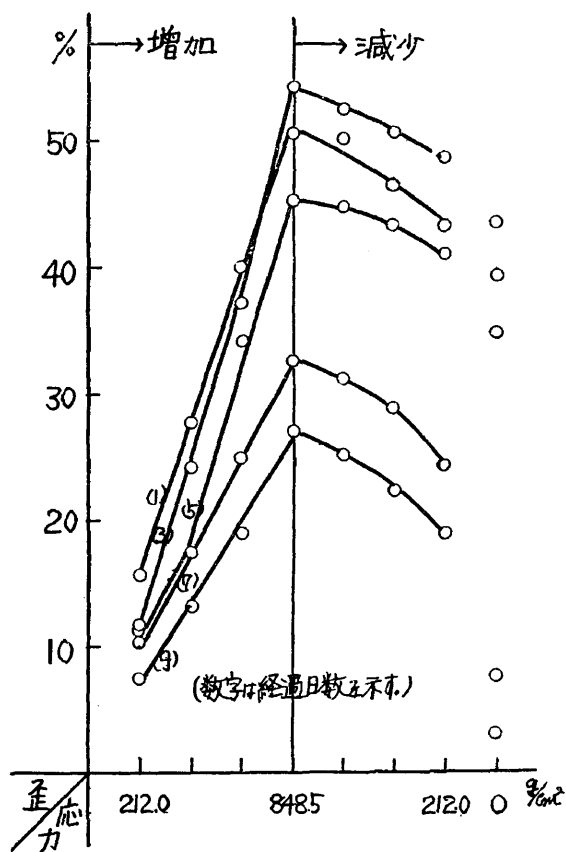
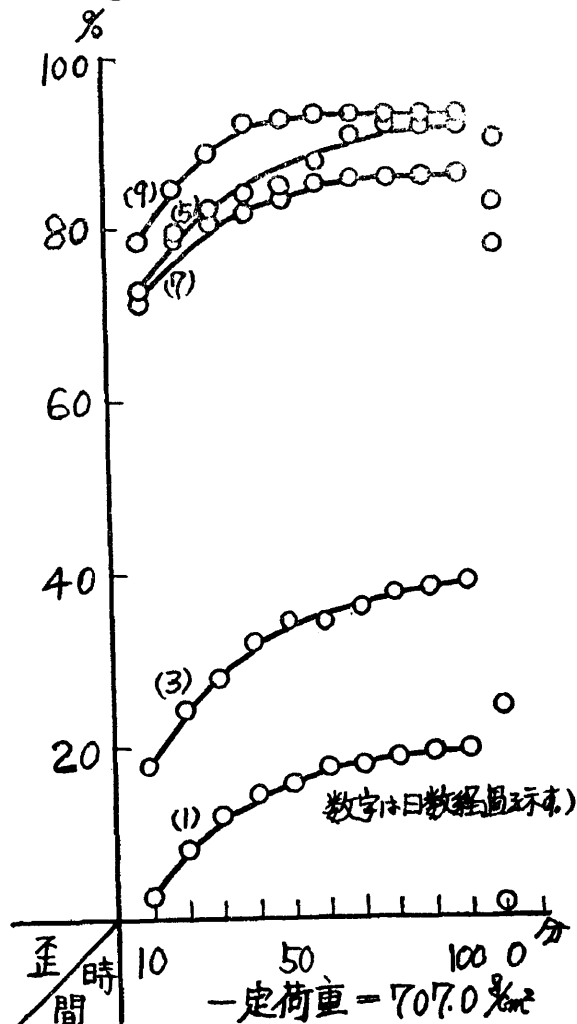


Fig. 5 牛肉時間—歪線図



I) 応力—歪線図よりの考察。

- (i) 歪の増加の直線性。Eの変化。
- (ii) 歪の増加と回復の対称性。
- (iii) 荷重除去後の永久歪。

II) 時間—歪線図よりの考察 (Fig. 5, 6, 7 に例示す)

- (i) クリープの有無及び変化。
- (ii) 永久歪について。

III) 上述の事柄からみて日数の経過と力学的性質の変化は伴うかどうか。

B) 滲透圧測定の結果より日数の経過による変化。

(牛肉, 馬鈴薯……比重法; 大根……重量法に因し Fig. 8 に例示す)。

C) 力学的性質の変化と滲透圧の変化に相似した傾向があるかどうか。以上の諸点より考察した結果を第 1 表にまとめた。

Fig. 6 大根応力—歪線図

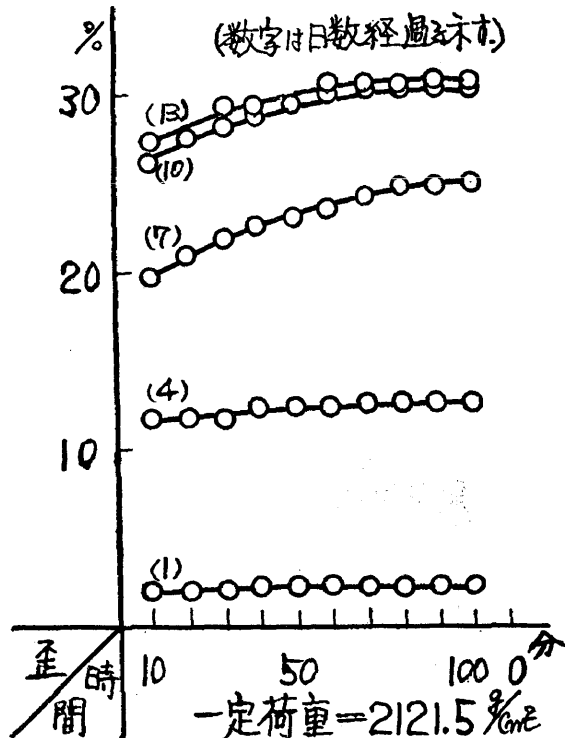


Fig. 7 かまぼこ応力-歪線図

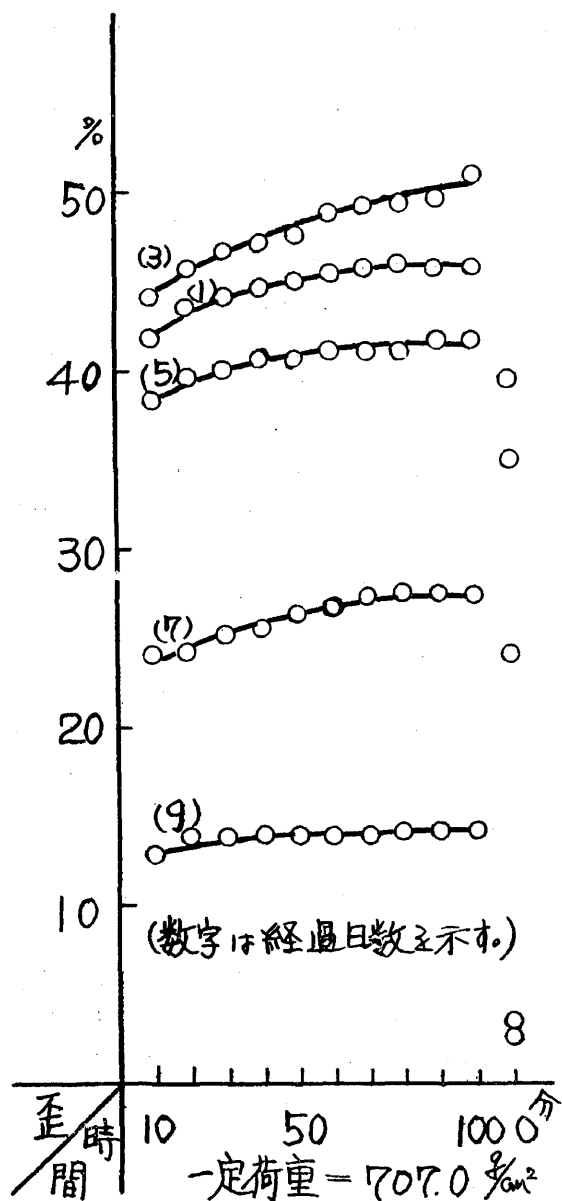
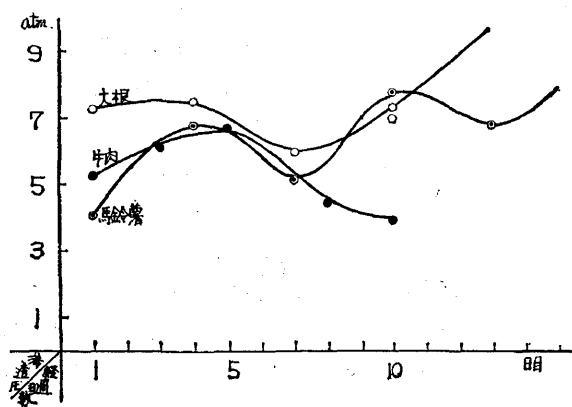


Fig. 8 日数経過による浸透圧変化



第一表

試料	各食品別結果
馬鈴薯	<p>① 初期に於ては、Eは全般的に大きく、変形しにくい、7日を境として変形しやすくなる。又、10日をすぎると、応力を増した場合の歪は比較的線型となる。又、増加と回復の対称性に於ても7日をすぎると、非対称になり、クリープも示し始め、永久歪は大きくなる。</p> <p>② 日数経過と共に波状的に変化し4, 10日に極大値をとり、間極小値をとりながら全体的に増加傾向にある。</p> <p>③ 浸透圧の測定にみられる第1回目の最小値、7日を境として、力学的性質にも変化がみられる。</p>
大根	<p>① 馬鈴薯と同様に、10日までは顕著な変化はないが、この期間を過ぎると変形しやすくなる。歪の増加と回復も非対称的になり永久歪は日数経過と共に大となる。</p> <p>② 4日までは変化少く、7日から吸水量増し、14日を過ぎると半透性が失われたが如く、本実験に使用した濃度の溶液では吸水のみである。</p> <p>③ 7日を境として、変化を見、又、力学的性質にも、原形質膜の半透性にも変化を生じている。</p>
南瓜	<p>① 日数経過と共に、歪の増加は大となり組織は軟化し、変形しやすくなる。又、歪の増加、回復に於ても、4日をすぎると対称から大きくずれ、永久歪も大となる。日数経過に伴うクリープは生じないようであり他の試料と異なる点である。</p> <p>② 測定の範囲内に於ては、重量増加のみで、変化0に近い点が見出せなかつた。</p> <p>③ 浸透圧の顕著な特徴的な点はなく、力学的性質の変化との関係は明瞭でないが、日数経過に伴う力学的変化は見られる。</p>
梨	<p>① 3日後には、歪は大となり、4日後になると、一旦歪は小さくなるが、これをすぎると極端に力学的性質は弱まる。即ち歪は非常に大となり、遂には破壊に到る。クリープに於ても、次第に大きく現われ、4日</p>

	<p>目には一旦、小さく、4日以後は顕著に現われる。しかし歪の増加と回復は比較対称的である。</p> <p>② 滲透圧の変化は波状的で、3日に極大となる。</p> <p>③ 滲透圧の極大値をすぎる頃から、力学的性質にも変化がみられる。</p>
牛	<p>① 日数経過と共に歪の増加と回復の非対称性は増し永久歪も大きくなる。特に7日後になると著しい。一般にクリープは示すが日数経過の影響は左程認められない。</p>
肉	<p>② 5日目では単調に増加しその後減少に向う。又、揮発性塩基態窒素は5日目頃から急激に増加する。</p> <p>③ 滲透圧及び揮発性塩基態窒素の急激に増加する5日前後で力学的性質にも変化が顕著である。</p>
鯉	<p>① 日数経過による明瞭な差はみとめられ</p> <p>② ない。即ち揮発性塩基態窒素の量が殆んど増加していないことから魚肉の内部変化が少なかつたものと思われる。しかし、クリープを示し永久歪も非常に大きいから内部変化が大きく生ずればその傾向に差が生ずるものと思われる。</p>
かまぼこ	<p>① 一般に歪の増加は線型を示し、日数経過と共に弾性が増して行く傾向がみられる。又、歪の増加と回復も次第に対称的になっている。永久歪も日数経過につれ小となりクリープを示していたものがなくなる。</p> <p>③ 大体、5日を境として急激に力学的性質に変化が現われている。水分蒸発も3～5日にかけて特に著しい。</p>
ソーセイジ	<p>① 外観的な変化は認められるが、測定の</p> <p>③ 限りに於ては、日数経過に伴う力学的性質に明らかな変化は認められなかつたが、5日を境として変化する傾向が多少みうけられる。</p>

(註) ①=力学的性質の結果。

②=日数経過と滲透圧との関係。

③=両者の関係の有無。

以上の各試料別結果を、動植物性、練製品に大別し結果を概括的にまとめてみると、次のような結論を得る。

動物性食品

鯉による測定結果が明瞭でないため、牛肉の結果のみからの考察にすぎないが、次のことは予想される。日数経過と共に、歪は大きくなり、その回復力は減退する。更に、永久歪についても、日数経過と共に極めて大きくなる。これは植物性食品と多少異なる点である。このことは、従来よりいわれていた「指痕をのこすものは古い」という説と一致する。クリープについては最初から示され、植物性食品に於てみられる如き日数経過に伴う顕著な変化は認められない。又、一般に植物性食品に比べて測定結果に「ばらつき」が大きく、結果の信頼度を弱めている。

滲透圧については、日数経過と共に、波状的に変化するようである。その形は植物性食品に比し単調である。しかし、極大値をもち、その極大値を過ぎる頃から、その力学的性質も急に弱まるようである。

植物性食品

一般にこれ等は、日数経過と共に外観は柔らかくなり、測定結果の歪も、大きくなっている。歪の増加と回復の対称性は、日数経過につれ、くずれるものが多い。植物性食品の一つの明らかな特徴は、クリープに関しても示され、日数経過と共にクリープを顕著に示すものが多い。

滲透圧測定に於ても試料の種類によつて、多少の違いはあるが、日数経過と共に波状的に変化していく。そして滲透圧が極大値を過ぎる頃になると力学的性質も弱くなつていくようである。

練製品

これ等は、あたかも日数経過と共に、より弾性体に近づいていると考えられるような測定結果となつている。即ち、漸次、歪の増加は線型になり、その回復は対称性を示し、クリープも、永久歪も小さくなる。しかし、これらの結果は、試料の重量が水分蒸発の結果相当減少していることを考えれば、試料が乾燥されたために生じたものでないかと考えられる。

本実験においては測定できなかったが、より確かな結果を得るためには、「もろさ」の変化を測定することが必要である。

以上の結果を概観すると、食品の日数経過による鮮度低下と、力学的性質の変化との間には、ある関連性がみられる。即ち一般に、動植物性食品は、日数経過と共に、弾性係数 E は小さくなり、変形しやすくなる。又、歪の回復度も悪くなり、永久歪が大きくなるようになる。

特に動物性食品の特徴は、歪の増加、回復の非対称性、弾性余効、初期よりクリープを示すこと等にあり植物性食品は、日数経過と共にクリープが現れてくる点にある。これ等動植物性食品に対して練製品は逆の傾向を示した。

以上の結果の相違には、試料が細胞構造を有するか否か、又、原形質膜を有するか否か等の事情に影響されるのでないかと思われる。

一方、滲透圧測定に於ても、日数経過に伴う変化がみられる。それは一般に波状的な変化をもちながら次第に高くなっていくようである。

動植物性食品では、各々その形が異なっているが、滲透圧が第一回の極大値を過ぎる頃から、力学的性質にも明らかな変化がみられることに注意したい。

以上より、食品の力学的性質の変化の測定から、食品の鮮度を推定する可能性があると考えられる。

Ⅳ 総 括

以上の実験結果によれば、食品の鮮度低下はその力学的性質にも変化をもたらしていることがみとめられる。その変化は、食品の種類によつて一定ではないが弾性率の変化、歪の増加、回復の非対称性、永久歪、クリープにうかがわれる。

今回の測定結果のみでは、データが不十分であるため、結論として定量的に述べ得ないが、定性的には日数経過に伴う変化が明らかになったことから、鮮度の

判定を力学的性質の面からなすことは、不可能ではなからうと思われる。

ここで注意すべきは、鮮度の判定に力学的性質の変化を用いる場合、単に荷重直後の歪の大きさだけを測定して決定するのは不正確であり、応力-歪線図、時間-歪線図の全体的傾向から判断せねば意味がない。

本実験に於て不十分な点を述べれば、第一に個体差の問題である。これは測定回数を増し、統計的に処理することによつて、ある程度解決されるであろう。第二にクリープ測定に於て、荷重除去後の回復曲線をとることである。この結果から食品の粘弾性に関する変化をみることができらるであろう。更に破壊力の強さの測定及び破壊力より少し小さい荷重をかけ、その後のクリープ特性と、破壊に到る時間を測定することである。その測定には粘性及び剛性の影響が認められると思われる。

これ等の測定を加えることにより、食品の力学的性質の変化を更にくわしく知ることができると考えられる。

参 考 文 献

- 1) 岡部：京女大食物学会誌，3，5（1958）。
- 2) 岡部：京女大食物学会誌，5，5～14（1958）。
- 3) 田内，広瀬，和田：水産講習所研究報告，26，79（1931）。